

## TWO-PHASE STAINLESS STEEL EXCELLENT IN CORROSION RESISTANCE AND PHASE STABILITY

**Publication number:** JP6116684  
**Publication date:** 1994-04-26  
**Inventor:** MORI YUUKI, KONDO KUNIO, UEDA MASAKATSU, OGAWA KAZUHIRO  
**Applicant:** SUMITOMO METAL IND  
**Classification:**  
- international: C22C38/00; C22C38/44; C22C38/58; C22C38/00; C22C38/44; C22C38/58; (IPC1-7) C22C38/00; C22C38/44; C22C38/58  
- European:  
**Application number:** JP19920293844 19921006  
**Priority number(s):** JP19920293844 19921006

Report a data error here

### Abstract of JP6116684

**PURPOSE:** To dissolve the deterioration in the corrosion resistance of two-phase stainless steel at the time of circumference welding by specifying the index of pitting resistance and the index of difference in interphase hardness in the two-phase stainless steel. **CONSTITUTION:** The two-phase stainless steel contains  $\leq 0.03\%$  C, to 2.00% Si, 0.10 to 2.00% Mn,  $\leq 0.05\%$  P,  $\leq 0.005\%$  S, 18.0 to 25.0% Cr, 2.0 to 8.0% Ni, 3.0 to 7.0% Mo, 0.001 to 0.04% Al and 0.10 to 0.40% N, and the balance Fe with inevitable impurities. In the steel, the conditions of  $\geq 43$  index of pitting resistance,  $\leq 65$  index DELTA Hv (alpha) of difference in the Vickers hardness with the material subjected to water cooling not so as to precipitate intermetallic compounds such as alpha phase or the like and -3.0 to 3.0 difference in pitting resistance in ferrite and in austenite are satisfied. In this way, the corrosion resistance and phase stability of the heat affected zone after being welded in the two-phase stainless steel are improved, and intermetallic compounds can be made hard to precipitate.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

【添付書類】



2/

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-116684

(43) 公開日 平成6年(1994)4月28日

刊  
行  
物  
1

(51) Int. Cl.	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 2 H			
38/44				
38/58				

請求項 未請求 請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平4-283844

(22) 出願日 平成4年(1992)10月1日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 森 友希

和歌山県和歌山市旗1850番地 住友金属工業株式会社和歌山製作所内

(72) 発明者 近藤 邦夫

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 植田 昌宏

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 押田 良久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼

(57) 【要約】

【目的】 二相ステンレス鋼の溶接後の熱影響部の耐食性、相安定性を改善し、金属間化合物を析出し、無くする。

【構成】 C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~26.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%を含有し、熱処理が不可逆的不純物とFeからなり、かつ、耐孔食性指数(PREW)が43以上、 $\sigma$ 相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と $\sigma$ 相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのピッカース硬さ差の指標 $\Delta Hv(\sigma)$ が55以下、フェライト中での耐孔食性指数(PREW( $\alpha$ ))と、オーステナイト中での耐孔食性指数(PREW( $\gamma$ ))との差( $\Delta PREW$ )が-3.0以上3.0以下の条件を満足している二相ステンレス鋼。

【効果】 従来の問題点であった周溶接時の耐食性劣化等を解消できる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%を含む、鉄が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐孔食性指数(PREW)が43以上、下記(2)式で与えられる $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのピッカース硬度差の指標 $\Delta Hv(\sigma)$ が65以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数(PREW( $\alpha$ ))と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数(PREW( $\gamma$ ))との差( $\Delta PREW$ )が-3.0以上3.0以下の条件を満たしていることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼。

$$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \cdots (1) \text{式}$$

$$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.6 \cdots (2) \text{式}$$

$$PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \cdots (3) \text{式}$$

$$PREW(\gamma) = (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \cdots (4) \text{式}$$

$$\text{ただし、}\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$$

【請求項2】 C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%と、Cu: 0.01~2.00%、W: 0.01~1.50%のうちの1種または2種を含む、鉄が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐孔食性指数(PREW)が43以上、下記(2)式で与えられる $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのピッカース硬度差の指標 $\Delta Hv(\sigma)$ が65以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数(PREW( $\alpha$ ))と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数(PREW( $\gamma$ ))との差( $\Delta PREW$ )が-3.0以上3.0以下の条件を満たしていることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼。

と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数(PREW( $\gamma$ ))との差( $\Delta PREW$ )が-3.0以上3.0以下の条件を満たしていることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼。

$$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \cdots (1) \text{式}$$

$$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.6 \cdots (2) \text{式}$$

$$PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \cdots (3) \text{式}$$

$$PREW(\gamma) = (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \cdots (4) \text{式}$$

$$\text{ただし、}\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$$

【請求項3】 C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%と、V: 0.01~0.50%、Ti: 0.01~0.50%、Nb: 0.01~0.50%のうちの1種または2種以上を含む、鉄が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐孔食性指数(PREW)が43以上、下記(2)式で与えられる $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのピッカース硬度差の指標 $\Delta Hv(\sigma)$ が65以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数(PREW( $\alpha$ ))と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数(PREW( $\gamma$ ))との差( $\Delta PREW$ )が-3.0以上3.0以下の条件を満たしていることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼。

$$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \cdots (1) \text{式}$$

$$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.6 \cdots (2) \text{式}$$

$$PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \cdots (3) \text{式}$$

(3)

特開平6-116684

$0) / (\%a + 200) \times \%W \cdots (3) \text{ 式}$   
 $PREW(\gamma) = (-800) / \{0.03 \times (\%a) - 2 \times \%a - 800\} \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / \{0.03 \times (\%a) - 2 \times \%a - 800\} \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \cdots (4) \text{ 式}$   
 ただし、 $\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$

**【請求項4】** C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%, Mn: 0.10~2.00%, P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%, Ni: 2.0~8.0%, Mo: 3.0~7.0%, Al: 0.001~0.04%, N: 0.10~0.40%と、Cu: 0.005~0.010%, Mg: 0.0005~0.010%, B: 0.0005~0.010%のうちの1種または2種以上を含有し、鉄部が不可逆的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐孔食性指数(PREW)が4.3以上、下記(2)式で与えられる $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのピッカース硬度差の指標 $\Delta Hv(\sigma)$ が65以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数(PREW( $\alpha$ ))と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数(PREW( $\gamma$ ))との差(APREW)が-3.0以上3.0以下の条件を満足していることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼。

$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \cdots (1) \text{ 式}$   
 $\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.5 \cdots (2) \text{ 式}$   
 $PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / \{0.03 \times (\%a) - 2 \times \%a - 800\} \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1000) / \{0.03 \times (\%a) - 2 \times \%a - 800\} \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W \cdots (3) \text{ 式}$   
 $PREW(\gamma) = (-800) / \{0.03 \times (\%a) - 2 \times \%a - 800\} \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / \{0.03 \times (\%a) - 2 \times \%a - 800\} \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \cdots (4) \text{ 式}$   
 ただし、 $\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$   
**【請求項5】** C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%, Mn: 0.10~2.00%, P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%, Ni: 2.0~8.0%, Mo: 3.0~7.0%, Al: 0.001~0.04%, N: 0.10~0.40%と、Cu: 0.01~2.00%, W: 0.01~1.50%のうちの1種または2種、V: 0.01~0.50%, Ti: 0.01~0.50%, Nb: 0.01~0.50%のうちの1種または2種以上を含有し、鉄部が不可逆的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐孔食性指数(PREW)が4.3以上、下記(2)式で与えられる $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と $\alpha$ 相等の

5.0%, Ni: 2.0~8.0%, Mo: 3.0~7.0%, Al: 0.001~0.04%, N: 0.10~0.40%と、Cu: 0.01~2.00%, W: 0.01~1.50%のうちの1種または2種、V: 0.01~0.50%, Ti: 0.01~0.50%, Nb: 0.01~0.50%のうちの1種または2種以上を含有し、鉄部が不可逆的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐孔食性指数(PREW)が4.3以上、下記(2)式で与えられる $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのピッカース硬度差の指標 $\Delta Hv(\sigma)$ が65以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数(PREW( $\alpha$ ))と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数(PREW( $\gamma$ ))との差(APREW)が-3.0以上3.0以下の条件を満足していることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼。

$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \cdots (1) \text{ 式}$   
 $\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.5 \cdots (2) \text{ 式}$   
 $PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / \{0.03 \times (\%a) - 2 \times \%a - 800\} \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1000) / \{0.03 \times (\%a) - 2 \times \%a - 800\} \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W \cdots (3) \text{ 式}$   
 $PREW(\gamma) = (-800) / \{0.03 \times (\%a) - 2 \times \%a - 800\} \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / \{0.03 \times (\%a) - 2 \times \%a - 800\} \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \cdots (4) \text{ 式}$

ただし、 $\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$   
**【請求項6】** C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%, Mn: 0.10~2.00%, P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%, Ni: 2.0~8.0%, Mo: 3.0~7.0%, Al: 0.001~0.04%, N: 0.10~0.40%と、Cu: 0.01~2.00%, W: 0.01~1.50%のうちの1種または2種、Ca: 0.0005~0.010%, Mg: 0.0005~0.010%, B: 0.0005~0.010%の1種または2種以上を含有し、鉄部が不可逆的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐孔食性指数(PREW)が4.3以上、下記(2)式で与えられる $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と $\alpha$ 相等の

(4)

特開平6-116084

金属間化合物が析出するように空冷した材料とのピッカース硬度差の指標  $\Delta Hv(\sigma)$  が65以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数  $PREW(\alpha)$  と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数  $PREW(\gamma)$  との差 ( $\Delta PREW$ ) が-3.0以上3.0以下の条件を満足していることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼。

$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \cdots (1) 式$

$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.6 \cdots (2) 式$

$PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \cdots (3) 式$

$PREW(\gamma) = (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \cdots (4) 式$

ただし、 $\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$

【請求項7】 C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%と、V: 0.01~0.50%、Ti: 0.01~0.50%、Nb: 0.01~0.50%のうちの1種または2種以上、Ca: 0.0005~0.010%、Mg: 0.0005~0.010%、B: 0.0005~0.010%、希土類金属: 0.0005~0.010%の1種または2種以上を含有し、残部が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐孔食性指数 ( $PREW$ ) が43以上、下記(2)式で与えられる  $\sigma$  相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と  $\sigma$  相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのピッカース硬度差の指標  $\Delta Hv(\sigma)$  が65以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数 ( $PREW(\alpha)$ ) と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数 ( $PREW(\gamma)$ ) との差 ( $\Delta PREW$ ) が-3.0以上3.0以下の条件を満足していることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼。

$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \cdots (1) 式$

$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.6 \cdots (2) 式$

$PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \cdots (3) 式$

$PREW(\gamma) = (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \cdots (4) 式$

ただし、 $\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$

【請求項8】 C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%と、Cu: 0.01~2.00%、W: 0.01~1.50%のうちの1種または2種、V: 0.01~0.50%、Ti: 0.01~0.50%、Nb: 0.01~0.50%のうちの1種または2種以上、Ca: 0.0005~0.010%、Mg: 0.0005~0.010%、B: 0.0005~0.010%、希土類金属: 0.0005~0.010%の1種または2種以上を含有し、残部が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐孔食性指数 ( $PREW$ ) が43以上、下記(2)式で与えられる  $\sigma$  相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と  $\sigma$  相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのピッカース硬度差の指標  $\Delta Hv(\sigma)$  が65以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数 ( $PREW(\alpha)$ ) と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数 ( $PREW(\gamma)$ ) との差 ( $\Delta PREW$ ) が-3.0以上3.0以下の条件を満足していることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼。

$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \cdots (1) 式$

$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.6 \cdots (2) 式$

$PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \cdots (3) 式$

(5)

特開平6-116684

$$\begin{aligned} \text{PREW}(\%) = & (-800) / [0.03 \times (\%a) \\ & + 2 \times \%a - 800] \times \%Cr + 3.3 \times (-800) \\ & / [0.03 \times (\%a) + 5.6 \times \%a - 800] \\ & \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \\ & \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \end{aligned} \quad (4) \text{式}$$

ただし、 $\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、耐食力耐食割れ性、耐孔食性等の耐食性ならびに溶接性に優れたフェライト相とオーステナイト相とからなるステンレス鋼（以下二相ステンレス鋼という）に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、海水を使用する熱交換器および耐

海水性が要求される化学機器や構造物、各種化学プラント用配管、ラインパイプ、油井管等として、耐食性ならびに溶接性に優れた二相ステンレス鋼の需要が増大しており、特に耐食性に対する要求はますます厳しくなっている。従来、実用化されている二相ステンレス鋼は、数多く存在するが、それらを解説するために溶接可能な二相ステンレス鋼を総覧した文献（オランダ溶接協会編、溶接用二相ステンレス鋼およびスーパー二相ステンレス鋼、L. van Nasaau, H. Maekker, J. Hilker '91）を引用すれば、現在までに開発されている二相ステンレス鋼は、下記の（a）～（d）の4種類に分類できるとしている。ただし、PRENは、 $\%Cr + 3.3 \times \%Mo + 16 \times \%N$ で与えられる耐食性の指標である。

【0003】

- |                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| (a). 23 %Cr, Mo 無添加二相ステンレス鋼      | PREN       |
| ～25                              |            |
| (b). 22 %Cr 二相ステンレス鋼             | PREN 30    |
| ～36                              |            |
| (c). 26 %Cr (0～2.5 %Cu) 二相ステンレス鋼 | PREN 32～40 |
| (d). 25 %Cr スーパー二相ステンレス鋼         | PREN > 41  |

上記（a）～（d）は、それぞれ対応するグレードが記載されているので（a）～（d）を表1ないし表4を用いて説明する。

【0004】

【表1】

製造メーカー	グレード	化学成分(wt%)						PREN
		Cr	Ni	Mo	N	Cu	他	
Avesta	SAF2304	23	4	-	0.1	-	-	25
Cremet Ind.	UR25N	23	4	-	0.12	-	-	25
Sandvik	SAF2304	23	4	-	0.1	-	-	25

【0005】

【表2】

(6)

特開平6-118684

製造メーカー	グレード	化学成分(wt%)						PREN
		Cr	Ni	Mo	N	Cu	他	
Avesta	SAF2205	22	5.5	3	0.14	-	-	34~35
Böhler	A908	22	5.5	3	0.1	-	-	34~35
Crescent Ind.	UR45N	22	5.5	3	0.1	-	-	34~35
Fahr.de Fer.	1.4462/PER35	22	5.5	3	0.1	-	-	34~35
Krupp	Fals223	22	5.5	3	0.1	-	-	34~35
Mannesmann	AF22(1.4462)	22	5.5	3	0.1	-	-	34~35
Nipponkoken	NKC-23	22	5.5	3	0.1	-	-	34~35
Sandvik	SAF2205	22	5.5	3	0.1	-	-	34~35
Sumitomo	SM22Cr	22	5.5	3	0.1	-	-	34~35
TEW	Ramani14462	22	5.5	3	0.1	-	-	34~35
Valourac	VB22	22	5.5	3	0.1	-	-	34~35

【0006】

【表3】

製造メーカー	グレード	化学成分(wt%)						PREN
		Cr	Ni	Mo	N	Cu	他	
Böhler	A908	25.5	3.7	2.8	0.07	-	Ma:5.5	39
Carpenter	7-Mo Plus	27.5	4.5	1.5	0.25	-	-	38.5
Crescent Ind.	UR47N	25	7	3	0.16	0.2	-	37.5
Crescent Ind.	UR55N	25	7	3	0.16	1.5	-	37.5
Langley	Parallum255	25	5.5	3.3	0.17	2.0	-	39.5
Mather&Platt	Zeron25	25	4	2.5	0.16	-	-	39.5
Sumitomo	SM25Cr	25	6.5	3	0.2	0.5	W:0.3	38

【0007】

【表4】

製造メーカー	グレード	化学成分(wt%)						PREN
		Cr	Ni	Mo	N	Cu	他	
Falconer	9.4482S	25	7	3.5	0.25	0.8	-	>41
Krupp-VDM	Fals100	25	7	3.5	0.25	0.7	W:0.7	41
Avesta	SAF2507	25	7	4	0.25	-	-	43.5
Sandvik	SAF2507	25	7	4	0.25	-	-	43.5
WAB	Zeron100	25	6.5	3.7	0.25	0.7	W:0.8	41

【0008】表1～表4に示すとおり、二相ステンレス鋼は、耐食性の低い順に、(a) 23%Cr-Mo 無添加系、(b)、(c) の23%Cr、Mo 無添加系を基本としてさらにMoを約3%添加して耐食性を向上させ

た22%Cr-3%Mo系、(c)、(b) の22%Cr-3%Mo系を基本としてさらにCrを2.5%に増量して耐食性を高めた25%Cr-3%Mo系、(d)、さらに(c) の25%Cr-3%Mo系にCuないしは

(7)

特開平6-118684

Mo、Nを添加した究極の耐食性を有するスーパー二相ステンレス鋼が開発されている。表4に示すとおり、スーパー二相ステンレス鋼は、良好な耐食性を有するように、PRENが40以上であって、いずれも25%Cr鋼を基本としてMo、Nを多く含有させることを基本思想としている。

【0009】また、スーパー二相ステンレス鋼としては、C:0.05%以下、Cr:23~27%、Ni:5.5~9%、N:0.25~0.40%、Si:0.8%以下、Mn:1.2%以下、Mo:3.5~4.9%、Cu:0.5%以下、W:0.5%以下、S:0.010%以下、V:0.5%未満、Co:0.18%未満および下記条件(1)~(6)を満たすように合金元素の含有度を調整した状態で通常の不純物と添加物以外に含んでいるFを含有している二相ステンレス鋼

(1)  $\%Cr + 3.3 \times \%Mo + 1.6 \times \%N - 1.6 \times \%Mn - 1.22 \times \%S > 39.1$

(2)  $\{ \%Cr + 0.51 \times \%Mn + 0.22 \times \%Mn - 1.04 \times \%Si - 0.22 \times \%Ni - 2.89 \times \%C \} / (2.7 \times \%N) > 18.9$

(3)  $\{ \%Cr + 0.3 \times \%Mn - 2 \times \%Si - 0.2 \times \%Ni \} / (4.31 \times \%N) > 1000$

(4)  $(\%Mn) / (\%N) < 3$

(5) 1075℃の液相処理後のフェライト含有度=30~50%

(6)  $\%Cr + (\%Mo)^{1.5} + 5 \times \%Si + \%W + 0.2 \times \%Mn \} / (50 \times \%N + \%フェライト) < 0.75$

(特開昭62-56556号公報)が提案されているが、実質的には24.5%以上のCrを含有させることが基本思想となっている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、25%

Cr鋼にMo、Nを多量に添加すると、 $\sigma$ 相を主体とする金属間化合物の析出が著しく加速されるという大きな問題点が発生する。金属間化合物の析出は、分焼、圧延後のピレットの酸化、著しい切削性の低下、材料の酸化による脆性増進を生じるばかりでなく、溶接後の熱影響部(HAZ)の耐食性の低下を引き起こす。したがって、25%Cr鋼を基本としてMo、Nを多く含有させる二相ステンレス鋼は、工業的な製造を困難にしているばかりでなく、PRENが40以上という良好な耐食性能が溶接部では十分に発揮されていないのが実態である。

【0011】この発明の目的は、従来のスーパー二相ステンレス鋼よりもさらに耐食性を向上させ、特に溶接後の熱影響部の耐食性を改善し、相安定性に優れ、金属間化合物の析出し難い二相ステンレス鋼を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記目的を達成すべく、Cr、Mo、Ni、N、Wの $\sigma$ 相等の金属間化合物析出に及ぼす影響について調査すべく、表5に示す組成の14種の二相ステンレス鋼を溶製し、厚さ100mmに圧延したのち、 $\sigma$ 相等の金属間化合物が析出ないように水冷した材料と、 $\sigma$ 相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料のピッカース硬度を求め、 $\sigma$ 相等の金属間化合物析出による硬度上昇を測定した。その結果、Ni添加量が変化すると $\sigma$ 相等の金属間化合物の析出量が大きく変化するので、表5に示す14種の二相ステンレス鋼のうち、7%Ni系12種についてCr、Mo量と硬度変化との関係を調査した。その結果を図1に示す。

【0013】

【表5】



(8)

特開平6-116684

化学成分(%)								硬度変化	切削性
C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	N	W		
0.018	0.24	0.51	22.0	2.9	6.9	0.25	0.35	2	○
0.015	0.24	0.52	23.0	4.0	7.1	0.28	0.42	24	○
0.022	0.25	0.51	21.9	5.1	7.1	0.25	0.12	27	○
0.014	0.22	0.52	21.9	6.0	7.0	0.25	0.23	31	○
0.021	0.27	0.55	21.9	3.1	8.9	0.28	0.39	79	×
0.026	0.26	0.71	22.1	4.0	7.0	0.28	1.21	46	○
0.023	0.26	0.52	23.0	5.1	8.9	0.32	0.12	57	○
0.023	0.24	0.42	23.0	6.0	7.1	0.29	0.31	57	×
0.022	0.25	0.54	24.0	2.9	7.1	0.30	0.42	57	○
0.020	0.20	0.51	23.9	4.1	7.0	0.24	0.16	70	×
0.016	0.44	0.52	24.0	5.1	6.9	0.27	0.22	83	×
0.012	0.51	0.57	26.1	3.9	7.0	0.23	2.46	87	×
0.021	0.24	0.42	24.9	4.9	6.9	0.15	0.31	94	×
0.022	0.26	0.40	25.1	5.0	7.1	0.20	0.47	117	×

【0014】図1に示すとおり、Mo 添加量を増加させた場合の硬度上昇、すなわち、 $\sigma$ 相等の金属間化合物の析出量は、Cr 添加量に大きく依存しており、Cr 添加量が多いほど高くなるが判明した。したがって、単純には一次の回帰が使えないので、 $\%Cr \times \%Mo$  の項を

$$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%M$$

$$\sigma + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.$$

5

が得られた。表5の硬度変化と切削性との対応から、通常のピレット製造プロセスにおいて切削性を有するためには、 $\Delta Hv(\sigma) \leq 85$ が必要である。すなわち、上記式で表されるように $\sigma$ 相に代表される金属間化合物を析出し固い成分を相向するためには、Cr 量は従来の25%よりも低減し、Mo、Nの多量添加によって、耐食性を確保する方法が有利であることを見出した。

【0015】また、ステンレス鋼の耐食性評価方法としてASTM-G48を用いて試験片表面にピッチングが生じる最低温度(Critical Pitting

$$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \geq 43$$

が必要であることを見出した。

【0016】さらに、二相ステンレス鋼がフェライトとオーステナイトの二相組織からなるので、各相での耐食性を確保する必要があると考え、Electro Probe Micro Analyser(以下EPM Aという)分析により、各相中のCr、Mo、Ni、

加えて、表5に示す14鋼種について回帰分析を行った。その結果、 $\sigma$ 相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と、 $\sigma$ 相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料のビッカース硬度値( $\Delta Hv(\sigma)$ )として、

Temperature、以下CPTという)を求める方法を導入し、母材部、ボンド部、離手熱影響部の耐食性を比較したところ、母材部>ボンド部>離手熱影響部の順で耐食性が良好であり、周知換を考慮すると、離手熱影響部の耐食性を確保する必要があることを明らかにした。そこで離手熱影響部の試験片を用いて腐食補量と耐食性指数(PREW)との関係を求めた。その結果を図2に示す。図2に示すとおり、離手熱影響部の耐食性を確保するためには、

W、Nの含有量およびそのときのフェライト量(%)を測定し、フェライト中での耐食性指数(以下PREW( $\sigma$ )という)とオーステナイト中での耐食性指数(以下PREW( $\gamma$ )という)が次の式で計算できることを見出した。

$$PREW(\sigma) = (3 \times \%a - 1000) / 10.03$$

(9)

特開平6-116684

$$\begin{aligned} & \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800 \} \times \%Cr + 3.3 \times \\ & (3 \times \%a - 1360) / (0.03 \times (\%a)^2 - \\ & 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (30 \\ & 0) / (\%a + 200) \times \%W \\ & PREW(\gamma) = (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - \\ & 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (-80 \\ & 0) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 80 \\ & 0) \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 20 \\ & 0) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \% \\ & N \\ & \%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - \\ & 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4 \end{aligned}$$

上記式に基づいて  $PREW(\alpha)$ 、 $PREW(\gamma)$  を計算し、その差  $\Delta PREW$  を求め、腐食減量との関係を求めたところ、図3に示すとおり、 $\Delta PREW$  が所定値以下の場合、すなわち、 $-3 \leq \Delta PREW \leq 3$  の領域において、非常に優れた耐食性を示すことを見出し、この発明に到達した。

【0017】すなわちこの発明は、C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%を含有し、残部が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐食性指数 ( $PREW$ ) が4.3以上、下記(2)式で与えられる  $\alpha$  相等の金属間化合物が析出するように水冷した材料と  $\alpha$  相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのピッカース硬度差の指標  $\Delta Hv(\sigma)$  が65以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐食性指数 ( $PREW(\alpha)$ ) と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐食性指数 ( $PREW(\gamma)$ ) との差 ( $\Delta PREW$ ) が-3.0以上3.0以下の条件を満たしていることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼である。

$$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \cdots (1) \text{ 式}$$

$$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.6 \cdots (2) \text{ 式}$$

$$PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \cdots (3) \text{ 式}$$

$$PREW(\gamma) = (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \cdots (4) \text{ 式}$$

N---(4)式

$$\text{ただし、}\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$$

【0018】また、C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%と、Cu: 0.01~2.00%、W: 0.01~1.50%のうちの1種または2種を含有し、残部が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐食性指数 ( $PREW$ ) が4.3以上、下記(2)式で与えられる  $\alpha$  相等の金属間化合物が析出ないように水冷した材料と  $\alpha$  相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのピッカース硬度差の指標  $\Delta Hv(\sigma)$  が65以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐食性指数 ( $PREW(\alpha)$ ) と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐食性指数 ( $PREW(\gamma)$ ) との差 ( $\Delta PREW$ ) が-3.0以上3.0以下の条件を満たしていることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼である。

$$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \cdots (1) \text{ 式}$$

$$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.6 \cdots (2) \text{ 式}$$

$$PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \cdots (3) \text{ 式}$$

$$PREW(\gamma) = (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \cdots (4) \text{ 式}$$

$$\text{ただし、}\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$$

【0019】さらに、C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%と、V: 0.01~0.50%、Ti: 0.01~0.50%、Nb: 0.01~0.60%のうちの1種または2種以上を含有し、残部が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐食性指数 ( $PREW$ ) が4.3以上、下記

(10)

特開平6-116684

(2) 式で与えられる  $\sigma$  相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と  $\sigma$  相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのビッカース硬度差の指標  $\Delta Hv(\sigma)$  が 65 以下、下記(3) 式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数  $(PREW(\sigma))$  と、下記(4) 式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数  $(PREW(\gamma))$  との差  $(\Delta PREW)$  が -3.0 以上 3.0 以下の条件を満足していることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼である。

$$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \quad (1) \text{ 式}$$

$$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.8 \quad (2) \text{ 式}$$

$$PREW(\sigma) = (3 \times \%a - 1000) / \{0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800\} \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / \{0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800\} \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \quad (3) \text{ 式}$$

$$PREW(\gamma) = (-800) / \{0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800\} \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / \{0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800\} \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \quad (4) \text{ 式}$$

ただし、 $\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$

[0020] さらにまた、C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%と、Cu: 0.0005~0.010%、Mg: 0.0005~0.010%、B: 0.0005~0.010%、希土類金属: 0.0005~0.010%のうちの1種または2種以上を含有し、残部が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1) 式で与えられる耐孔食性指数  $(PREW)$  が 43 以上、下記(2) 式で与えられる  $\sigma$  相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と  $\sigma$  相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのビッカース硬度差の指標  $\Delta Hv(\sigma)$  が 65 以下、下記(3) 式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数  $(PREW(\sigma))$  と、下記(4) 式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数  $(PREW(\gamma))$  との差  $(\Delta PREW)$  が -3.0 以上 3.0 以下の条件を満足していることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼である。

$$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \quad (1) \text{ 式}$$

$$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.8 \quad (2) \text{ 式}$$

$$PREW(\sigma) = (3 \times \%a - 1000) / \{0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800\} \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / \{0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800\} \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \quad (3) \text{ 式}$$

$$PREW(\gamma) = (-800) / \{0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800\} \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / \{0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800\} \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \quad (4) \text{ 式}$$

ただし、 $\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$

[0021] また、C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%と、Cu: 0.01~2.00%、W: 0.01~1.50%のうちの1種または2種以上、V: 0.01~0.50%、Ti: 0.01~0.50%、Nb: 0.01~0.50%のうちの1種または2種以上を含有し、残部が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1) 式で与えられる耐孔食性指数  $(PREW)$  が 43 以上、下記(2) 式で与えられる  $\sigma$  相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と  $\sigma$  相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのビッカース硬度差の指標  $\Delta Hv(\sigma)$  が 65 以下、下記(3) 式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数  $(PREW(\sigma))$  と、下記(4) 式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数  $(PREW(\gamma))$  との差  $(\Delta PREW)$  が -3.0 以上 3.0 以下の条件を満足していることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼である。

$$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \quad (1) \text{ 式}$$

$$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.8 \quad (2) \text{ 式}$$

$$PREW(\sigma) = (3 \times \%a - 1000) / \{0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800\} \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / \{0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800\} \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \quad (3) \text{ 式}$$

$$PREW(\gamma) = (-800) / \{0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800\} \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / \{0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800\} \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N$$

(11)

特開平6-116684

0)  $\times \%Mo + 1.85 \times (200) / (\%a + 200)$   
 $\times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \dots (4)$  式

ただし、 $\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$

【0022】さらに、C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%と、Cu: 0.01~2.00%、W: 0.01~1.50%のうちの1種または2種以上、Ca: 0.0005~0.010%、Mg: 0.0005~0.010%、B: 0.0005~0.010%、希土類金属: 0.0005~0.010%の1種または2種以上を含有し、炭素が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐孔食性指数(PREW)が4.3以上、下記(2)式で与えられる $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのビッカース硬度差の指標 $\Delta Hv(\alpha)$ が85以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数(PREW( $\alpha$ ))と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数(PREW( $\gamma$ ))との差(APREW)が-3.0以上3.0以下の条件を満足していることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼である。

$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \dots (1)$  式

$\Delta Hv(\alpha) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.8 \times \%W - 228.8 \dots (2)$  式

$PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \dots (3)$  式

$PREW(\gamma) = (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \dots (4)$  式

ただし、 $\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$

【0023】さらにまた、C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、

N: 0.10~0.40%と、V: 0.01~0.50%、Ti: 0.01~0.50%、Nb: 0.01~0.50%のうちの1種または2種以上、Ca: 0.0005~0.010%、Mg: 0.0005~0.010%、B: 0.0005~0.010%、希土類金属: 0.0005~0.010%の1種または2種以上を含有し、炭素が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる耐孔食性指数(PREW)が4.3以上、下記(2)式で与えられる $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出しないように水冷した材料と $\alpha$ 相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのビッカース硬度差の指標 $\Delta Hv(\alpha)$ が85以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数(PREW( $\alpha$ ))と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数(PREW( $\gamma$ ))との差(APREW)が-3.0以上3.0以下の条件を満足していることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼である。

$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 16 \times \%N \dots (1)$  式

$\Delta Hv(\alpha) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.8 \times \%W - 228.8 \dots (2)$  式

$PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \dots (3)$  式

$PREW(\gamma) = (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 16 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \dots (4)$  式

ただし、 $\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 63.8 \times \%N - 54.4$

【0024】また、C: 0.03%以下、Si: 0.10~2.00%、Mn: 0.10~2.00%、P: 0.05%以下、S: 0.005%以下、Cr: 18.0~25.0%、Ni: 2.0~8.0%、Mo: 3.0~7.0%、Al: 0.001~0.04%、N: 0.10~0.40%と、Cu: 0.01~2.00%、W: 0.01~1.50%のうちの1種または2種以上、V: 0.01~0.50%、Ti: 0.01~0.50%、Nb: 0.01~0.50%のうちの1種または2種以上、Ca: 0.0005~0.010%、Mg: 0.0005~0.010%、B: 0.0005~0.010%、希土類金属: 0.0005~0.010%の1種または2種以上を含有し、炭素が不可避的不純物とFeからなり、かつ、下記(1)式で与えられる

(12)

特開平6-116684

耐孔食性指数(PREW)が43以上、下記(2)式で与えられる $\sigma$ 相等の金属間化合物が析出しないように本合金材料と $\sigma$ 相等の金属間化合物が析出するように空冷した材料とのピッカース硬度差の指標 $\Delta Hv(\sigma)$ が65以下、下記(3)式で与えられるフェライト中での耐孔食性指数(PREW( $\alpha$ ))と、下記(4)式で与えられるオーステナイト中での耐孔食性指数(PREW( $\gamma$ ))との差( $\Delta PREW$ )が-3.0以上3.0以下の条件を満足していることを特徴とする耐食性、相安定性に優れた二相ステンレス鋼である。

$PREW = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5 \times \%W) + 1.6 \times \%N \cdots (1) 式$

$\Delta Hv(\sigma) = 4.9 \times \%Cr \times \%Mo + 4.5 \times \%Cr - 103.4 \times \%Mo + 19.3 \times \%Ni - 10.7 \times \%N - 3.6 \times \%W - 228.6 \cdots (2) 式$

$PREW(\alpha) = (3 \times \%a - 1000) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (3 \times \%a - 1360) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (300) / (\%a + 200) \times \%W \cdots (3) 式$

$PREW(\gamma) = (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 2 \times \%a - 800) \times \%Cr + 3.3 \times (-800) / (0.03 \times (\%a)^2 - 5.6 \times \%a - 800) \times \%Mo + 1.65 \times (200) / (\%a + 200) \times \%W + 1.6 \times (100) / (100 - \%a) \times \%N \cdots (4) 式$

ただし、 $\%a = 5.8 \times \%Cr + 4 \times \%Mo + 1.2 \times \%W - 5.7 \times \%Ni - 53.8 \times \%N - 54.4$

【0025】

【作用】この発明の二相ステンレス鋼は、いずれも耐孔食性指数(PREW)が43以上、 $\Delta Hv(\sigma)$ が65以下、 $\Delta PREW$ が-3.0以上3.0以下の条件を満足するから、PREW $\geq 43$ とすることによって酸手酸影響部の耐食性が確保され、また、 $\Delta Hv(\sigma) \leq 65$ とすることによって、初耐性が確保され、-3.0 $\leq \Delta PREW \leq 3.0$ とすることによってフェライト相とオーステナイト相、各相での耐食性が確保され、耐食性、特に両相境界部の耐食性に優れ、加工性、相安定性、機械延性に優れている。

【0026】この発明における二相ステンレス鋼の化学成分を上記の範囲に限定した理由について説明する。Cは鋼中に含まれる不可避的要素であるが、0.03%を超えると酸熱影響部に炭化物が析出し、著しく耐食性を劣化させるので、0.03%以下とした。Siは脱酸剤として作用する元素であるが、十分な耐食性を確保するためには脱酸の低減が不可欠であり、0.10%未満では脱酸効果が不十分で、2.00%を超えると脆化を招くため、0.10~2.00%とした。Mnは脱酸、脱酸を目的として添加される元素であるが、0.10%未満では十分な効果が得られず、2.00%を超えると

耐食性に悪影響を与えるため、0.10~2.00%とした。Pは鋼中に含まれる不可避的要素であるが、熱間加工性、耐食性を劣化させるためできるだけ低くする必要があるが、脱酸コストとの兼ね合いで、0.05%以下とした。Sも鋼中に含まれる不可避的要素であり、二相ステンレス鋼の熱間加工性に最も影響する元素であるため、できるだけ低くする必要があり、0.005%以下とした。

【0027】Crは二相ステンレス鋼の基本成分の一つであり、耐食性を支配している重要な元素であるが、フェライトとオーステナイトの二相組織を形成しながら高耐食性を確保するためには18.0%以上必要であるが、耐孔食性を上昇させるために多量のMoを添加した場合、25.0%を超えて添加すると著しく $\sigma$ 相等の金属間化合物の析出を加速するため、18.0~25.0%とした。Niは二相組織を得るためにCr含有量、Mo含有量ならびにN含有量との兼ね合いで添加されるが、2.0%未満ではフェライト相主体の二相組織となり耐食性が低下し、また、8.0%を超えるとオーステナイト相主体の二相組織となるばかりでなく、著しく $\sigma$ 相等の金属間化合物の析出を加速するため、2.0~8.0%とした。Moは耐孔食性を向上させる元素であり、所望の耐孔食性を確保するためには3.0%未満では十分でなく、また、7.0%を超えると $\sigma$ 相等の金属間化合物の析出を加速するため、3.0~7.0%とした。

【0028】Alは脱酸元素として不可欠であり、十分な耐食性を確保するためには脱酸の低減が不可欠であり、0.001%未満では十分な脱酸効果が得られず、また、0.04%を超えるとAlNが析出し、脆くなり、初性、耐食性を劣化させるため、0.001~0.04%とした。Nは二相組織を形成させるために重要な元素であり、耐孔食性を向上させるために非常に有効な元素であるが、0.10%未満ではその効果が十分でなく、また、0.40%を超えると熱間加工性を著しく低下させるため、0.10~0.40%とした。Cuは鋼の耐食性を向上させ耐食性を改善させる作用がある元素であり、必要により添加されるが、0.01%未満では所望の効果が得られず、また、2.00%を超えると熱間加工性を低下させるため、0.01~2.00%とした。

Wは耐酸耐腐食性を向上させ耐食性を改善させる作用がある元素であり、必要により添加されるが、0.01%未満では所望の効果が得られず、また、1.50%を超えると熱間加工性を低下させるため、0.01~1.50%とした。

【0029】V、Ti、Nbは鋼中で安定な炭化物を形成し、耐食性を向上させる元素で、必要により1種または2種以上添加されるが、0.01%未満では所望の効果が得られず、また、0.50%を超えて添加しても飽和状態となるため、0.01~0.50%とした。Ca、Mgおよび希土類金属(La、Ce等)は鋼中で酸

(13)

特開平5-116684

化物を形成してSを固定させ、熱間加工性を向上させる元素で、必要により1種または2種以上添加されるが、0.0005%未満では所望の効果が得られず、また、0.010%を超えて添加しても飽和状態となるため、0.0005~0.010%とした。Bは鋼中の粒界に偏析することにより熱間加工性を向上させる元素で、必要により添加されるが、0.0005%未満では所望の効果が得られず、また、0.010%を超えて添加しても飽和状態となるため、0.0005~0.010%とした。

【0030】

【実施例】高周波誘導真空溶解炉を用いて表6、表7に示す成分組成の各二相ステンレス鋼を溶融し、50kgの鋼塊に鍛込んだのち、厚さ12mmに熱間圧延を行った。各二相ステンレス鋼は、前記(1)式ないし(4)式に基づいてPREW、APREWおよび $\Delta Hv(\sigma)$ を求めた。このようにして得られた各二相ステンレス鋼の切削性を評価するため、硬度測定を行った。一般にシ

ア硬さにて40未満でないと切削不可能であるため、シヤア硬さ40未満を切削性良好(O)、シヤア硬さ40以上を切削性不良(X)として評価した。さらに、各二相ステンレス鋼は、1070℃に30分間加熱保持したのち水冷の条件で溶体化処理を施し、フェライト量を調査すると共に、厚さ3mm、幅50mm、長さ50mmの母材腐食試験のための試験片を採取した。また、各二相ステンレス鋼は、溶接部の腐食性を評価するため、開先加工を行い、全自動TIG溶接を施し、ボンド部、継手熱影響部から腐食試験片を採取した。腐食試験は、上記各試験片を各温度の10%FeCl<sub>3</sub>-6H<sub>2</sub>O水溶液に24時間浸漬し、試験片表面にピットリングが生じる最低の温度(CPT)と腐食減量を測定した。その結果、良好な耐食性を示したものは(O)、不良なものは(X)として評価した。その結果をPREW、APREWおよび $\Delta Hv(\sigma)$ と共に表8、表9に示す。

【0031】

【表6】

(14)

特開平6-116684

例	化 学 成 分 (重量%)										そ の 他
	C	H	N	O	S	Cr	Mn	Mo	Al	N	
1	0.81	0.54	0.54	0.012	0.0012	18.5	2.01	6.32	0.018	0.021	
2	0.01	0.47	0.63	0.001	0.001	10.2	3.12	5.32	0.014	0.027	
3	0.01	0.44	0.48	0.001	0.001	50.7	4.37	5.47	0.004	0.002	
4	0.01	0.61	0.55	0.001	0.001	71.4	5.14	5.20	0.001	0.001	
5	0.01	0.61	0.72	0.001	0.001	23.9	5.37	5.04	0.015	0.004	
6	0.02	0.74	0.62	0.001	0.001	23.9	5.01	5.01	0.018	0.004	
7	0.02	0.45	0.29	0.001	0.001	23.1	5.32	4.15	0.021	0.004	
8	0.01	0.15	0.02	0.001	0.001	24.9	4.92	4.45	0.002	0.004	
9	0.01	0.44	0.64	0.001	0.001	23.1	5.44	4.43	0.002	0.002	
10	0.02	0.46	0.63	0.001	0.001	23.7	5.71	4.23	0.004	0.002	
11	0.02	0.41	0.62	0.001	0.001	23.6	5.54	4.27	0.002	0.002	
12	0.02	0.74	0.67	0.001	0.001	23.4	5.43	4.37	0.004	0.004	
13	0.02	0.49	0.45	0.001	0.001	23.3	4.74	4.37	0.002	0.004	
14	0.01	0.24	0.42	0.001	0.001	22.9	5.27	4.74	0.001	0.001	
15	0.01	0.37	0.32	0.001	0.001	23.6	7.03	5.31	0.015	0.002	
16	0.01	0.32	0.23	0.001	0.001	23.6	6.29	5.31	0.001	0.001	
17	0.02	0.57	0.51	0.001	0.001	23.1	5.07	5.07	0.004	0.001	
18	0.02	0.65	0.54	0.001	0.001	23.5	7.03	4.71	0.011	0.001	
19	0.01	0.50	0.74	0.001	0.001	23.3	5.02	5.04	0.002	0.002	
20	0.02	0.55	1.10	0.001	0.001	22.4	5.23	5.02	0.012	0.001	
21	0.01	0.70	1.29	0.001	0.001	21.4	5.34	5.01	0.001	0.001	
22	0.02	1.05	0.69	0.001	0.001	23.0	5.07	5.49	0.004	0.001	
23	0.02	1.24	0.17	0.001	0.001	24.1	5.05	4.17	0.002	0.001	
24	0.02	0.23	0.08	0.001	0.001	20.2	5.45	5.21	0.001	0.001	
25	0.02	0.27	1.11	0.001	0.001	22.7	5.39	5.71	0.004	0.001	
26	0.02	0.78	0.64	0.001	0.001	22.7	5.03	5.03	0.001	0.001	
27	0.01	0.71	0.53	0.001	0.001	23.3	5.01	5.31	0.002	0.001	
28	0.01	0.68	0.71	0.001	0.001	22.3	5.14	4.23	0.002	0.001	
29	0.02	0.47	1.09	0.001	0.001	23.1	5.03	4.82	0.004	0.001	
30	0.01	0.53	0.67	0.001	0.001	23.2	5.12	5.42	0.002	0.001	
31	0.02	0.76	0.64	0.001	0.001	22.4	5.15	5.35	0.002	0.001	
32	0.01	0.30	0.37	0.001	0.001	21.7	4.51	5.29	0.002	0.001	

【0082】

【表7】

(15)

特開平6-116684

鋼 種	化 学 成 分 (重量%)										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	N	その他
従 来 鋼	33	0.01	0.32	0.49	0.023	0.0021	24.5	6.88	3.96	0.020	0.280
	34	0.02	0.57	0.55	0.021	0.0024	*25.3	7.22	4.12	0.024	0.305
	35	0.01	0.34	0.58	0.015	0.0015	*25.1	7.02	3.19	0.024	0.140
	36	0.01	0.48	0.78	0.015	0.0019	*25.3	6.79	3.41	0.021	0.254
	37	0.01	0.74	0.84	0.022	0.0027	22.1	5.14	3.08	0.012	0.144
	38	0.02	0.38	0.67	0.014	0.0021	*25.3	6.89	3.37	0.015	0.281
	39	0.02	0.45	0.39	0.012	0.0015	*25.2	7.25	3.71	0.023	0.274 W:0.72
	40	0.02	0.39	0.44	0.015	0.0021	22.5	5.99	4.39	0.021	0.199
	41	0.02	0.34	0.85	0.019	0.0024	23.5	5.92	4.51	0.022	0.184
	42	0.01	0.71	0.34	0.015	0.0025	24.3	6.75	4.69	0.017	0.244
比 較 鋼	43	0.01	0.45	0.44	0.021	0.0024	*25.1	7.02	4.57	0.018	0.275 Cr:0.20
	44	0.02	0.51	0.45	0.022	0.0028	*25.2	8.21	4.85	0.023	0.164
	45	0.02	0.89	0.59	0.017	0.0034	23.9	8.59	4.55	0.021	0.389
	46	0.01	0.47	0.77	0.019	0.0031	23.1	8.37	4.61	0.025	0.285
	47	0.02	1.22	0.49	0.024	0.0028	24.2	6.54	3.54	0.024	0.354 Cu:0.0024
	48	0.02	1.02	1.20	0.014	0.0027	*25.3	6.55	5.67	0.019	0.224
	49	0.01	0.37	0.28	0.013	0.0019	23.2	8.14	3.13	0.022	0.267
	50	0.01	0.57	0.78	0.022	0.0021	*25.1	6.58	4.12	0.021	0.245 V:0.23
	51	0.01	0.58	0.39	0.023	0.0027	*25.3	7.12	4.27	0.022	0.221
	52	0.02	0.81	0.97	0.017	0.0011	*27.1	6.24	3.78	0.027	0.245

{ 0033 }

【 表B 】



(18)

特開平8-116684

鋼 種	PREW の値	$\Delta$ PREW の値	$\Delta$ Hv( $\sigma$ )	フェライト 量 (%)	切削性	溶接部の 耐孔食性	
本 発 明	1	49.8	0.6	-188.0	45.4	○	○
	2	48.0	2.3	-181.6	41.9	○	○
	3	48.5	1.5	-61.2	42.8	○	○
	4	48.1	1.4	-38.4	43.7	○	○
	5	48.0	1.4	11.9	45.4	○	○
	6	48.8	0.7	85.0	49.9	○	○
	7	48.1	0.9	44.8	44.0	○	○
	8	48.1	-1.9	84.1	58.9	○	○
	9	48.1	1.6	61.8	48.5	○	○
	10	48.0	1.7	87.8	59.8	○	○
	11	48.9	0.4	84.8	48.0	○	○
	12	44.8	0.1	53.8	48.5	○	○
	13	48.8	1.7	41.7	41.4	○	○
	14	48.0	1.7	46.8	40.3	○	○
	15	48.7	1.8	80.8	39.6	○	○
	16	48.8	1.9	80.1	42.1	○	○
	17	48.5	1.6	15.1	48.1	○	○
	18	48.7	0.9	84.8	42.8	○	○
	19	48.4	1.8	7.5	49.8	○	○
	20	48.6	1.8	26.8	89.1	○	○
	21	48.2	1.4	-25.7	44.1	○	○
	22	48.9	1.8	80.1	45.8	○	○
	23	48.1	-0.7	82.8	47.8	○	○
	24	48.1	1.7	-10.8	48.4	○	○
	25	48.6	0.8	29.2	80.2	○	○
	26	48.5	1.8	88.0	42.5	○	○
	27	44.7	0.8	48.5	49.7	○	○
	28	48.1	1.7	88.5	44.2	○	○
	29	48.1	0.2	34.8	48.7	○	○
	30	48.2	2.0	-34.8	45.0	○	○
	31	48.9	1.7	21.8	48.0	○	○
	32	44.8	1.8	-14.0	40.8	○	○

【0034】

【表9】

(17)

特開平5-116684

鋼種	PRRW の値	$\Delta$ PRRW の値	$\Delta$ Hv( $\sigma$ )	フェライト 量(%)	切削性	溶接部の 耐孔食性
従 来 鋼	39 * 42.3	-1.6	* 84.6	48.2	X	X
	34 43.8	-2.1	* 108.1	48.2	X	X
	35 * 37.6	0.2	* 78.8	54.7	X	X
	36 * 40.6	-2.3	* 85.7	51.1	X	X
	37 * 34.3	1.4	-16.4	47.6	O	X
	38 * 40.9	-2.6	* 84.8	48.7	X	X
	39 43.0	-1.4	* 98.8	48.6	X	X
	40 * 41.9	1.8	18.7	49.3	O	X
	41 * 41.3	1.9	61.7	48.8	O	X
	42 43.4	-0.4	* 80.3	50.9	X	X
	43 44.6	-1.8	* 103.4	51.7	X	X
	44 43.2	-1.8	* 96.3	64.5	X	X
比 較 鋼	45 43.7	-0.1	* 71.1	44.1	X	X
	46 * 42.1	1.5	48.4	42.1	O	X
	47 * 41.2	-1.6	55.7	41.6	O	X
	48 47.2	-2.4	* 121.2	82.2	X	X
	49 44.4	* 3.5	* 82.7	37.2	X	X
	50 * 42.6	* -4.2	* 70.1	80.2	X	X
	51 43.9	* -3.2	* 122.6	60.5	X	X
	52 43.5	* -7.6	* 123.3	66.7	X	X

【0035】表9、9に示すとおり、従来鋼および比較鋼においては、本発明の条件を\*印部分が満足させないため、切削性および溶接部の耐孔食性において劣悪の効果が得られていないが、本発明の条件を満足させる本発明鋼は、いずれも切削性および溶接部の耐孔食性が良好である。

【0036】

【発明の効果】以上述べたとおり、この発明の二相ステンレス鋼は、耐食性、特に溶接部の耐食性に優れ、また、相安定性、分岐屈延性に優れている。このため、油井用ラインパイプとして高耐食性（耐海水性）を要求さ

れる分野において、従来の問題点であった溶接時の耐食性劣化等を解消することができる。

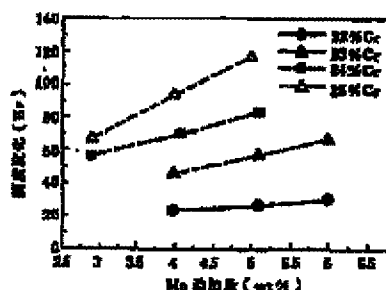
【図面の簡単な説明】

【図1】二相ステンレス鋼におけるCr、Mo含有量と $\sigma$ 相析出による硬度上昇の関係を示すグラフである。

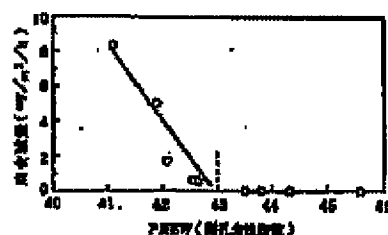
【図2】二相ステンレス鋼の溶接部熱影響部における耐食性試験結果をPRRWと腐食減量との関係で示すグラフである。

【図3】二相ステンレス鋼の耐食性試験結果の $\Delta$ PRRWと腐食減量との関係を示すグラフである。

【図1】



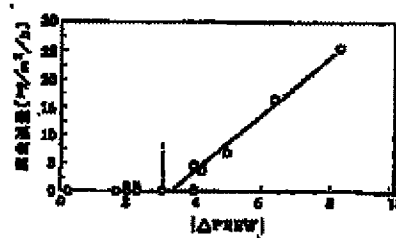
【図2】



(18)

特開平6-116684

[ 図3 ]



フロントページの続き

(72)発明者 小川 和博

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号  
住友金属工業株式会社内

Ref.1

**Family list**

2 family member for: JP6116684

Derived from 1 application

 [Back to JF](#)

**1 TWO-PHASE STAINLESS STEEL EXCELLENT IN CORROSION  
RESISTANCE AND PHASE STABILITY**

**Inventor:** MORI YUUKI; KONDO KUNIO; (+2)

**Applicant:** SUMITOMO METAL IND

**EC:**

**IPC:** C22C38/00; C22C38/44; C22C38/58 (+6)

**Publication info:** JP3166798B2 B2 - 2001-05-14

JP6116684 A - 1994-04-26

---

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide